

7

⑨日本国特許庁

⑩特許出願公開

# 公開特許公報

昭54—15662

⑪Int. Cl.<sup>2</sup>

識別記号

⑫日本分類

庁内整理番号

⑬公開 昭和54年(1979)2月5日

H 01 L 21/02

B 01 J 17/06

H 01 L 31/04

99(5) A 1

99(5) A 02

99(5) J 42

13(7) D 522

6123—5F

6703—4G

6655—5F

発明の数 5

審査請求 未請求

(全 10 頁)

## ⑭半導体本体の製造方法

⑮特 願 昭53—12891

⑯出 願 昭53(1978)2月7日

優先権主張 ⑰1977年2月7日⑱アメリカ国  
(US)⑲766223

⑳発 明 者 ジヤック・エス・キルビー  
アメリカ合衆国テキサス州ダ  
ラス・ミッドベリイ7723

㉑同 ウィリアム・アール・マツキー  
アメリカ合衆国テキサス州ブラ  
ノ・チエロキー・トレイル1523

㉒同 ウイルバー・エイ・ポーター

アメリカ合衆国テキサス州カレ  
ツジ・ステーション・ビー・ク  
リーク1815

㉓出 願 人 テキサス・インスツルメンツ・  
インコーポレイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダ  
ラス市ノース・セントラル・エク  
スプレスウェイ13500

㉔同 ジヤック・セント・クレア・キ  
ルビー

アメリカ合衆国テキサス州ダ  
ラス・ミッドベリイ7723

㉕代 理 人 弁理士 浅村皓 外3名

明細書の浄書(内容に変更なし)  
明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体本体の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) ほぼ均一な寸法の小型の半導体本体の製造方  
法であつて、

(a) 半導体材料である充填材を溶融し、溶融し  
た材料を個々の半導体本体を形成するようにオリ  
フィスを通して押出し、

(b) 前記本体を自由落下通路に通し、

(c) 前記自由落下通路内にて前記個々の本体を  
制御して、固化せしめることを確実化するため通路  
の長さ範囲にわたつて前記本体の溶融点以上か  
ら溶融点以下にわたつて変化する温度及びその勾  
配の制御のもとで前記本体に熱を加える、融段階  
を含むことを特徴とする半導体本体の製造方法、

(2) 前記自由落下通路内に前記本体が固体状態に  
て入ることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記  
載の半導体本体の製造方法、

(3) 前記自由落下通路内に前記本体が溶融状態に

て入ることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記  
載の半導体本体の製造方法、

(4) 最小限の粒界を有する液滴形半導体本体を製  
造する装置であつて、

(a) ほぼ均一な寸法を有する半導体材料の溶融  
本体を形成するための装置と、

(b) 前記本体のための自由落下通路を確立する為  
の装置と、

(c) 前記本体が固化するように前記通路に沿つ  
て温度勾配を制御する為に前記通路に沿つて分  
散配置された加熱制御装置と、

を含むことを特徴とする液滴形半導体本体の製造  
方法、

(5) 前記加熱制御装置が前記半導体本体材料の融  
固点の範囲の上下にわたる2.5.4℃( / 1σ) 当り  
約30°の温度勾配を確立するための構造を含むこ  
とを特徴とする特許請求の範囲第(4)項記載の半導  
体本体の製造装置、

(6) 小型半導体本体を製造する装置であつて、

(a) 半導体材料である固体充填材を交け入れる

熱伝導性を有する毛細管チューブと、

- (b) 前記毛細管チューブを包囲する外周チューブと、
- (c) 前記外周チューブの内周で前記毛細管チューブを包囲する熱感応膜と、
- (d) 前記充填物を溶解する為の前記熱感応装置を付着する加熱装置と、
- (e) 前記溶解充填物を前記ノズルを通して押すように前記毛細管チューブに圧力を加える装置と、

を含んでなることを特徴とする小型半導体本体の製造装置。

- (7) 前記毛細管チューブの上端に着脱可能な加熱シールが設けられていることを特徴とする特許請求の範囲第(6)項記載の製造装置。
- (8) 前記熱伝導チューブが前記装置を通る浄化ガスの流れるガスポートを有していることを特徴とする特許請求の範囲第(7)項記載の製造装置。
- (9) 微小隙の設けを有するほぼ均一な寸法の小型の半導体本体を半導体材料の滴下で製造する装置

であつて、

- (a) 下端がノズルを形成するように先端となされた毛細管チューブと、
- (b) 前記毛細管チューブの下部を包囲する円筒形の熱感応装置と、
- (c) 前記熱感応装置及び前記毛細管を包囲し、又前記ノズルから流出する溶解半導体本体の固化を可能とならしめる長さにより前記ノズルの下方の自由落下通路を包囲する細長いチューブと、
- (d) 前記自由落下通路に沿つて前記チューブと整合された補助の熱感応構造体と、
- (e) 互いに同芯配され、前記熱感応構造体を包囲する一対の銅リヒートシールドと、
- (f) 前記細長いチューブを前記熱感応装置内に包囲して前記充填物を溶解するようになされ、又前記熱感応構造体に沿つて伸長して前記熱感応構造体の範囲内にて前記半導体の溶解点より低い点へ向けて低下している制御せる温度勾配の大気を確立する為の加熱構造体と

であつて、

- (a) 前記溶解を受け入れる為の給送チューブと、
  - (b) 前記給送チューブを包囲し、又該給送チューブの下方の自由落下通路を包囲している熱感応装置と、
  - (c) 前記熱感応装置を包囲しているチューブと、
  - (d) 前記半導体の溶解点より高い温度レベルを前記給送チューブに確立し、又前記自由落下通路の引続く下方の位置にわたり前記溶解点より低い温度となるような予め定められた温度勾配を確立する為の前記チューブを包囲する加熱装置と、
- を含んでなることを特徴とする半導体本体の製造装置。
- (10) 前記加熱装置か、前記自由落下通路にわたる温度レベル及び温度勾配を維持するように直後が均一でないとともにその長さ方向にわたり巻数密度が均一でない誘導加熱コイルであることを特徴とする特許請求の範囲第(10)項記載の製造装置。
  - (11) 半導体材料である充填材からほぼ均一な寸法で微小の粒界を有する小型の半導体を製造する装置

を含むことを特徴とする半導体本体の製造装置。

(12) 前記加熱装置が頂部に均一な直後を有するとともにその下方が砂時計型の誘導加熱コイルであることを特徴とする特許請求の範囲第(12)項記載の製造装置。

(13) 前記自由落下通路が前記本体をゆるやかに固化する長さであり、温度がそのレベルであることを特徴とする特許請求の範囲第(13)項記載の製造装置。

(14) 前記毛細管チューブがガスポートを有し、前記チューブの上端がガス導管受け部を有し、不活性ガスの選択的な流れを前記毛細管チューブ及び細長いチューブに導入出来るようになすことを特徴とする特許請求の範囲第(14)項記載の製造装置。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は単結粒子構造の小型半導体本体の製造に関する。

本発明の譲受人に譲渡された1973年7月28日付出版の米国特許第399,473号にはエネルギー変換装置が開示されており、その装置

は第1の伝導型式の異質型半導体コアを有する別個の光電セル(Photovoltaic cell)のシート、及び第2の伝導型式の外側の拡散層を含んでなつてゐる。このようなセルでは、ほとんどの半導体材料が結合部の拡散長さ部分内にあり、従つてセルの活性部分内にある。

異質型光電セルを使用するユニフトの効率は半導体本体が最少限の粒界を有して形成される場合に実質的に高まる。本発明は粒界数が最少限に抑えられた球体状の半導体本体を提供する。

本発明の1つの具体例によれば、下端にノズルを有する石英の毛細管チューブがその軸線を垂直状態にして外気を制御されるメワー内に取付けられる。円筒形のグラファイトの感応装置(susceptor)が毛細管チューブの下端をノズル下方位置まで包囲する。毛細管チューブ及びグラファイト感応装置は石英外被内に収容され、この石英外被はその軸線を垂直にして取付けられている。石英外被の頂端には導管が連結され、又外被下端はガス排導管を有するコレクターカップ構造体へ吸

れんしている。誘導加熱作動コイルがこのガラス外被をグラファイト感応装置の範囲内で包囲している。

毛細管チューブ内にある半導体粒子は作動コイルに付与される電力により加熱される。エリウスのような不活性ガスが毛細管チューブ及びガラス外被に付与されて装置から空気を排除する。半導体材料が溶融状態にある時、不活性ガスが圧力が毛細管チューブ内で高まつて半導体材料をチューブのノズルを通して押し出す。溶融せる半導体本体はこうして形成され、ガラス外被の長さ部分に落下し、コレクターカップに達する前に固化される。

粒体形状及び粒子構造の制御は2つの具体例の何れかを使用して行い得る。1つの具体例に於ては、コレクターカップに集められた半導体本体は再溶融メワーを通過され、本体を再結晶させるとともに粒界数を減少するようになる。更に詳しく述べれば、下端にノズルを有する石英の輸送チューブが再溶融メワー内に軸線を垂直にして取

付けられる。円筒形グラファイト輸送チューブはこの石英輸送チューブを包囲し、その内側に中空の円筒形グラファイト感応装置がある。この感応装置はその軸線を垂直にして再溶融メワー内に支持されている。内側の円筒形のヒートシールドはグラファイト感応装置及びグラファイト輸送チューブの下部の両方を包囲する。外側の円筒形のヒートシールドは内側のヒートシールドを包囲する。4個のガラス形であることが好ましい誘導加熱作動コイルがグラファイト感応装置の範囲内で石英の外被を包囲する。

半導体粒子は輸送チューブ内に入り、輸送チューブのノズルを通過し、グラファイト感応装置を過つて自由落下する。作動コイルに付与される電力が感応装置に掛つて温度勾配を生ぜしめ、粒体が落下する際半導体材料の溶融点より高い温度に粒体の温度を高める。この温度は本体が周囲温度より十分に低い温度となる迄自由落下途中に掛つて次第に低下するようになる。このようにして製造される半導体本体はほとんど粒界がなく、

ソーラセル製造に於けるような多量の使用に非常に通じている。

本発明の第2の具体例に於いては、短い製造メワー及び再溶融メワーが一体化され、小量半導体本体を形成するとともに、本体が次第に冷却されて粒体がほぼ均一な形状で且つ粒界が最少限となるように自由落下時の外気状態を制御するようになされる。

本発明の新機な特徴は特許請求の範囲に記載の通りであると確信する。しかし本発明はそれ自体その他の目的及び利点とともに添付図面に開示して説明される具体例の以下の詳細な説明を参照することによつて最も良く理解されよう。

第1図を参照すれば、短形のメワー10は4本のコーナーポスト11を有し、このコーナーポスト11をフレーム部材12a~12cが、ベース13の上方の3つの高さ位置にて連結している。床プレート12d、12e及び12fがフレーム部材12a、12b及び12c上にそれぞれ被せられている。プレート12d、12e及び12f

はそれぞれ中央に円形開口を有している。石英チューブ14がプレート12aから下方へ伸長されている。このチューブの下端は拡大せる石英チューブ15を溶融形成されている。チューブ15の下端は僅かに大径の石英チューブ18の上端内に侵入している。チューブ18下端はユニオン17によつて石英のコレクターカップ18に連結されている。

第1のガス給送チューブ19は毛細管の端部シール20を通して導びかれている。第2のガス給送チューブ21は導管30を通してチューブ14内部に導びかれている。

誘導加熱コイル22はチューブ14の下端を包囲している。この加熱コイルは好ましくはニューヨーク州ニューヨークのラベル・ハイ・フリタエーション・ラボトリー社により製造され販売されている型式の誘導ヒーター（図示せず）に接続されている。1つの具体例に於ては、この誘導ヒーターは $7\frac{1}{2}$ キロワット時の出力を有し、450キロサイクルにて作動された。

力制御した状態にて供給する。

毛細管チューブ23はその下端に形成されたノズル23aに向けて収れんされている。シリコンのような半導体材料である充填材23bがチューブ23の底部に置かれて示されている。ここに述べた好ましい具体例では、ノズルは約0.27mm (3mil) の内径を有している。円筒形グラファイトの底応張器31はチューブ23の下部を包囲し、ノズル23aより僅かに下方の位置迄伸長されている。底応張器31はチューブ14の内周に配置され、コイル22からの誘導加熱により加熱される。

チューブ15は中央の床プレート12aを通してチューブ18の内部へ下方へ伸長している。このチューブ15はクランププレート33及びガasket 34によりプレート12aに固定されている。チューブ18はプレート12aの下面にクランププレート35及びガasket 36により固定されている。プレート33及び35、ガasket 34及び36はプレート12aに周知の適当な手

第2図を参照すれば、毛細管端部シール20は石英毛細管チューブ23の上端を塞いでいる。チューブ23は毛細管クランプ24を通してチューブ14内部へ伸長している。クランプ24は頂部カバープレート25に固定されている。カバープレート25及びガasket 27は床プレート12aの頂部に固定されている。チューブ14の頂端は頂部クランププレート28内に固定されており、このプレート28は床プレート12aの下面にガasket 29を介して固定されている。プレート25及び28、及びガasket 27及び29は図示していないがボルトナットの組合せのような周知の手段にて頂部床プレート12aに固定することが出来る。

前述したように、給送チューブ19は端部シール20から通下せる導管に流体を流すように連結されている。給送チューブ21はプレート25、12a及び28を通る導管30に連結され、チューブ14の内部へ供給されている。チューブ18及び21は共にヘリウムのような不活性ガスを圧

力にて固定されている。チューブ16はクランププレート37、ガasket 38及び下部の床プレート12aを塞ぎて伸長されている。プレート37及びガasket 38はプレート12aに固定されている。チューブ16の下端はユニオン17に向けて収れんしており、このユニオン17はチューブ18とコレクターカップ18とを連結している。ガス排気チューブ40はユニオン17から傾方内へ伸長している。

作動に於て、毛細管端部シール20はチューブ23の端部から取り外され、充填材とせるノズルはそれ以上の固体状の半導体本体材料がチューブ内に置かれる。この半導体充填材は固形シリコンのロッドとされて所望の伝導性及び抵抗を有する粒子を形成するようにドーピングされるのが好ましい。半導体充填材はチューブ23の底部に置かれ、グラファイト底応張器31及び作動コイル22に包囲される。端部シール20が再び置かれ、ヘリウムのような不活性ガスが数 $\mu/\text{cm}^2$  (数 $\text{lb}/\text{in}^2$ ) の圧力制御のもとで給送チューブ19

及び21を通してそれぞれ石英チューブ23及び14に与えられる。ヘリウムは先ず真空の空間を排除する。このヘリウムの流れは同チューブを流つて下方へ流れ、ニュオン17から排出する導管40にて排出される。加熱コイル22に与えられる電力はグラフアイト坩堝装置31を加熱し、これにより元物質が加熱されるようになされる。半導体元物質が完全に溶解されると、ヘリウムガスが約 $0.7 \text{ kg/cm}^2$  (10 psig)のゲージ圧で再び給送チューブ19を通して付与され、溶解材料をノズル23aを通して押し出す。ヘリウムガスの流れはまた約 $0.027 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $10 \text{ ft}^3/\text{h}$ )の流量にて導管21及びチューブ14、15及び16を通して押送され、チューブ14~16内に制御した大気を形成する。半導体材料がノズル23aから排出されると、その材料は小さな液滴となり、重力のもとにチューブ15及び16の長さに沿つて落下してコレクタカップ18内に集められる。約 $0.066 \sim 0.102 \text{ m}^3$  ( $3 \sim 4 \text{ ml}$ )の内腔を有するノズル23aによれば、タワー10内で形

成される半導体本体は約 $0.254 \sim 0.381 \text{ m}$  (10~15 ml)の範囲の基準重量を有する。この液滴はオレンジの皮表面に似ていて尾が一端から突出していることで一般に特徴付けられ、多数の粒界があることを特徴とすることが見出されている。

形状及び粒子構造を以下に説明するように改善するよう再溶解がこの後行われる。

第3図に於て、再溶解タワー50は垂直ポスト51よりなるフレーム及び横フレーム52a及び52bを含み、横フレーム52a及び52bがプレート52c及び52dを支持して構成されている。このタワー50は横フレーム52bから下方へ第1図及び第2図に示したようなベースへ伸長している。石英の給送チューブ53が短かい柔軟なプラスチックチューブ53bにより石英の管(vial)53aに接続されている。ノズル53cが給送チューブ53の下端に形成されている。チューブ53は頂部プレート54a、ガasket 55aを通して伸長しており、これらプレート及

びガasketは頂部プレート52c上に支持されている。給送チューブは石英のチューブ57内に軸方向に伸長している。

チューブ57は頂部プレート52cに対してのクランププレート54b及びガasket 55bにより固定されている。プレート54a及び54b及びガasket 55a及び55bはプレート52cに固定されている。チューブ57の内側にグラフアイトチューブ58がチューブ53の下部を包囲しておりノズル53cの下方位置へ伸長している。チューブ58の下端はフランジが形成され、円筒形のグラフアイト坩堝装置59の上部に形成せる凹部内にシートしている。坩堝装置59はその下端にて円筒形のグラフアイトの台60により支持されている。内側のモリブデンシールド61はチューブ58、坩堝装置59及び台60の上部を包囲している。内側シールドは2個の内筒半体よりなり、その隙間を平行に且つ第4図に示すように間隙61aを残して間隔を設けて坩堝装置59の反対内側に配置されている。内半体は上端

の環状フランジ60aによつて台60の上面の上に支持されている。内側のシールド61は第2のモリブデンシールド62により包囲され、この第2のシールド62はチューブ57とシールド61との間にある。シールド62は下部の環状のフランジ60bにより台60の上面の上に支持されている。シールド62はまた2個の半体よりなり、両者間の間隙が第4図に示したように内側シールド61の間隙61aとは90°回転されている。

グラフアイト芯出しリング63がチューブ53を包囲し、これはシールド61及び62の垂直部材で支持されている。

台60は下部プレート52dを通して下部の石英チューブ65内に伸長している。フランジ60bはプレート52dの頂面と当接し、台60を支持している。チューブ57はプレート52dにてクランプ66及びガasket 67により横方向に支持されている。プレート66及びガasket 67はプレート52dに固定されている。チューブ65はプレート52dにてクランプ68及びガス

ケット69により横方向に支持されており、プレート52aの下面に接続されている。クランプ8目及びガスケット69はまたプレート52aにも固定されている。横部材52bより下方のタワー50の構造はタワー10の横部材12bの下方の構造と同様であり、従つて更に説明はしない。

ノズル53oの下方及びグラフアイト台60の上方面で大体20巻線の誘導加熱作動コイル70がチューブ57を包囲している。砂時計形のコイルにより、石英チューブ65と外筒シールド62との間に、放電アークが生じることは実質的に減少される。

例として、第3図及び第4図に示した具体例では、前送チューブ53は長さが大体20.3cm(8in)で直径が4.33cm(0.23in)であつた。グラフアイト前送チューブ58は長さが大体20.3cm(8in)で大体2.54cm(1in)の内径を有している。更に、グラフアイト底部装置59は長さが大体101.6cm(40in)で大体4.33cm(2.3in)の内径を有している。シールド61及

び62は長さがそれぞれ大体127cm(50in)及び137cm(54in)で、内径はそれぞれ大体7.6cm(3in)及び10.2cm(4in)であつた。石英チューブ57は長さが大体152cm(60in)で、長径が12.7cm(5in)であつた。作動コイル70は9.53cm(5/8")の銅チューブとして形成され、オハイオ州ワレンのタイラー・ウィンフィールドにより製造され販売されたB-6000Lの形式のものが好ましい60kw、430kcの誘導加熱機(図示せず)で駆動された。

ヘリウム又はアルゴンのような不活性ガスはフイティング(図示せず)を通してタワー内に導入される。極度の空気が排除された時作動コイル70に電力が付与されるとグラフアイト底部装置59は加熱される。第1図及び第2図のショット成形タワー10で形成された半導体本体は管53aからチューブ53内へ流入する。半導体本体はチューブ53の下部へ落下し、そこに於て本体は着床し、ノズル53oの流出口からゆるやかに抽出

される。本体は次に底部装置59を通して自由落下される。コイル70は底部装置59の温度勾配を制御してある通路長さにより半導体材料の溶融点以上の温度に維持し、各本体が底部装置59内の高温範囲を離れる前に完全に溶融されるようになることを確実化する。次に半導体本体はコイル70の長さ部分で移動する際溶融され、底部装置59の下部にて制御された温度勾配部分を通して落下する際に再固化される。この制御せる温度勾配の中での溶融及び再固化の方法は第1図及び第2図に於いて作られたポリクリスタルラインの本体をほぼ均一な形状の液滴形本体に成形せしめるのであり、粒界数は実質的に減少される。第3図及び第4図のタワーで処理された0.254cm(0.010in)の直径の本体は典型的に5つ又はそれ以下の粒子を有する。

第4図を参照しプレート52aの上面に注目すれば、作動コイル70は石英チューブ57を包囲し同心とされている。このチューブ57はモリブデンシールド62a及びグラフアイト底部装置

59と同心のシールドセグメント61を包囲している。

適当なコイル形状は約20巻とされ、上方の3巻の外径は大体25.4cm(10in)で、引続く2巻の外径は大体21.6cm(8 1/2 in)で、次の10巻の外径は約19cm(7 1/2 in)で、次の3巻は約21.6cm(8 1/2 in)の外径を有する。コイル下部の4巻は約22.9cm(9in)の外径を有する。

第5図は第3図の作動コイル70を通る自由落下通路に沿う温度勾配をグラフ的に示している。

第5図を参照すれば、温度のプロファイルはコイル70の長さ部分に沿う参照点によつて識別されるスケールとして示されている。

コイルの上端の参照点1はノズル53bより大体14cm(5 1/2 in)下方にある。

参照点2は参照点1より大体3.8cm(1 1/2 in)下方にある。

参照点3は参照点2より大体8.9cm(3 1/2 in)下方にある。

参照点4は参照点3より大抵 $8.9\text{ cm}$  ( $3\frac{1}{4}\text{ in}$ ) 下方にあり、参照点5は参照点4より約 $7.8\text{ cm}$  ( $7\text{ in}$ ) 下方にある。

参照点6は参照点5より約 $7.8\text{ cm}$  ( $7\text{ in}$ ) 下方にあり、参照点7は参照点6より約 $8.9\text{ cm}$  ( $3\frac{1}{2}\text{ in}$ ) 下方にある。

参照点8は参照点7より約 $8.9\text{ cm}$  ( $3\frac{1}{2}\text{ in}$ ) 下方にあり、参照点9は参照点8より約 $5.1\text{ cm}$  ( $2\text{ in}$ ) 下方にある。参照点9はコイル70の下端にある。参照点1、2、3、8及び9は第4図に代表的レベルで示されている。

第3図の水平な点線80はシリコンの溶融点即ち $1410^\circ\text{C}$ を示している。このように、この装置は本体に対し本体が制御される状態の自由落下通路を移動する際に熱を付与するように作用して内部構造を更に均一化することが認識されるであろう。

第3図に於て、作動コイル70の巻回、感圧装置59内の温度プロフィールを第5図の曲線81で示したように制御する為、コイル底部に近い

部分に比較して頂部に近い部分の方が接近した間隔とされている。この温度プロフィールは給送チューブ53の代わりにタンゲスタン-レニウムサーモカップルを挿入して測定される。タイラー・ウィンフィールドで作られ販売された型式の60 kw 誘導加熱機の使用により、望まれる温度プロフィール81は60 kw 誘導加熱機を全出力にセットして得られた。好ましい形態に於いては、逆スロープの部分にわたる曲線81の温度勾配プロフィールは約 $14\sim 12^\circ\text{C}/\text{cm}$  ( $35\sim 30^\circ/\text{in}$ )である。

このプロフィールは落下本体の急速な加熱を行う。本体はシリコン溶融点を通過する際ゆるやかに冷却されることを確実化する為の形状となされている。

作動状態の最終的な調整はメワーを通過した本体を試験することによつて決定される。適正に溶解され再固化された本体は浸漬浴で滑らかな表面を有している。もし本体が完全に溶解されない場合には、ピーク温度を上昇させなければならない。高す

る温度を受けた本体は粗面を呈する。小型の本体は大きなものよりも低い温度を必要とする。

シリコンやゲルマニウムのような半導体材料は冷却して引き伸ばされる。急速に冷却される場合、第1図及び第2図のメワーによれば溶解コアの周囲に外周スキンの形成されることが確信される。コアが固化する場合、このスキンは破壊され余分な材料が押し出されて付着せる第2の突起が形成される。形状の変化は僅かしかないが、この型式の本体は一般に高いポリクリスタルラインを有し、しばしば $0.254\text{ cm}$  ( $0.010\text{ in}$ ) 直径の球体に $10,000$ 本のクリスタレットを有する。

第3図のメワーにて行われる再溶解の結果として有利な結果を生じることが確信される。何故ならば万向性をもつた冷却が行われるからである。即ち、表面は本体の表面又はそれに近い一点にて始まり、全材料が固化する迄続く。半導体材料は凝固により膨張することから、この材料は固液相界面を押し、この結果粒体は「雨滴」即ち「涙滴」形状となる。「涙滴」形クリスタルはしばしば単

純クリスタルであり、通常 $0.254\text{ cm}$  ( $0.010\text{ in}$ ) の本体に3本以下のクリスタレットを有している。この「涙滴」形クリスタルは極めて優れたソーラセルを作り、エアーマスの効率率は10%以上である。

ここに記載した具体例はシリコンに関してであるが、他の半導体材料が同様に形成出来る。ゲルマニウムは約 $930^\circ\text{C}$ で固化するので、指示せる温度は従つて低くなる。ガリウム融解化合物の様な材料は融解化合物が揮発性である為に冠圧制御が必要である。このような手技は当業者にとつて周知である。

第6図は第1図及び第2図のメワー及び第3図の再溶解メワーの機能を組合せた一体構造を示している。

第6図を参照すれば、石英チューブ90が示される。断熱リング91はアルミニウムから作られるのが好ましく、チューブ91はグラファイトの感圧装置92、及び2個のヒートシールド93及び94を支持して位置決めしており、これらシ-

ルドは第4図のシールド61a及び62aと同様に分割され配向される。石英毛細管95は第2図の毛細管23と同一となるものであるもので、感應装置92の上端に突出しされる。

毛細管のノズル95aは感應装置92の開口部分内に伸長している。感應装置92の下端は台及び図示しないがリング91と同様な断熱リングにより支持されている。

作動コイル97はチューブ90を包囲し、感應装置92の全長にわたり伸長する。頂部の巻回はその以下の部分よりも密であり、頂部における毛細管95を包囲する温度が大体100℃だけ毛細管95の下端より高くなるようにされている。作動コイル97はコイル22及び70(第1図及び4図)を組合した形状とされ、25xw450x0.5mmの断熱加熱機で駆動される。

作動に於て、半導体充填材88は毛細管95内に置かれる。然る後、チューブ95及び90はヘリウムやアルゴンのような不活性ガスで掃除される。電力が加熱コイル97に付与される。充填材

が溶解した時、 $0.7 \text{ kg/cm}^2$  (10 atm) の不活性ガスが毛細管95に付与される。ノズル95aにて形成された半導体本体が感應装置92の部分96を過つて自由落下し、感應装置の下端近くで固化する。固化した本体は落下を続け、第2図のカップ18と同様なカップ内に集められる。

部分96における温度勾配は第3図の曲線81の逆スロープ部分により示される特性を示す。

ここに記載した具体例は本発明の説明のためのものであり、他の構成が特許請求の範囲にて限定した本発明の精神及び範囲から逸脱することなく当業者により成し得ることは理解すべきである。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による半導体粒体成形マワの横断面図。

第2図は第1図のマワの選択した断面を示す横断面図。

第3図は本発明による再溶解マワの選択した断面を示す横断面図。

第4図は第3図の再溶解マワの断面4-4に沿

う横断面図。

第5図は第3図の再溶解マワ加熱コイル長さ方向に沿う温度勾配のグラフ。

第6図は本発明の第2の具体例を示し、第1図の成形マワ及び第3図の再溶解マワが組合わされて一体マワ製造とされている状態を示す横断面図。

10 ……マワ

14-16 ……石英チューブ

18 ……コレクターカップ

19 ……第1のガス輸送チューブ

20 ……毛細管端部シールド

21 ……第2のガス輸送チューブ

22 ……加熱コイル

23 ……石英毛細管チューブ

30 ……導管

40 ……ガス掃除チューブ

50 ……再溶解マワ

53 ……ノズル

58 ……輸送チューブ

59 ……感應装置

60 ……グラフアイト台

61、62 ……シールド

70 ……作動コイル

81 ……温度勾配曲線

90 ……チューブ

92 ……感應装置

93、94 ……シールド

95 ……毛細管

97 ……コイル

代理人 浅 村 昭



図面の浄写(内容に差異なし)

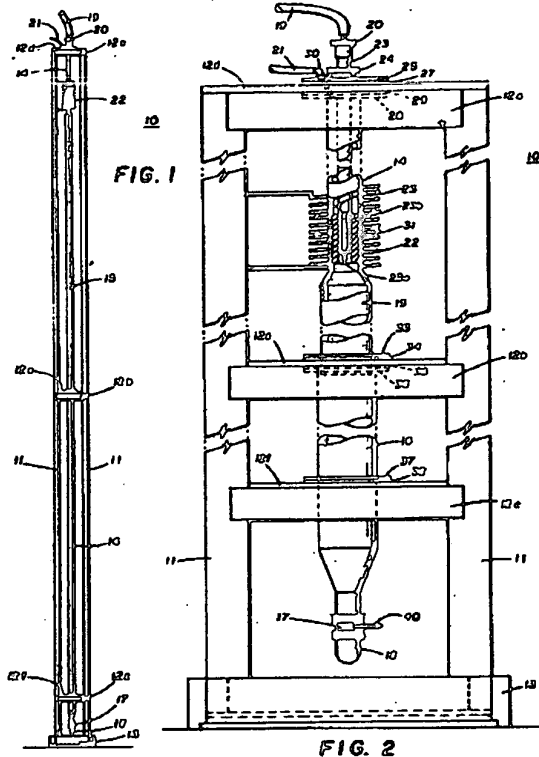


FIG. 3

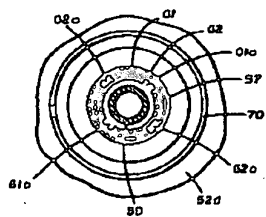
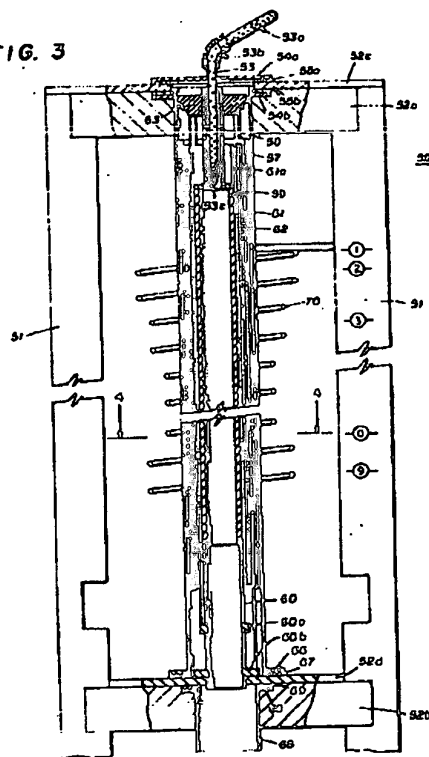


FIG. 4

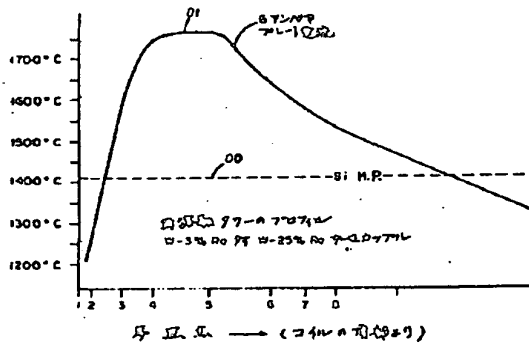
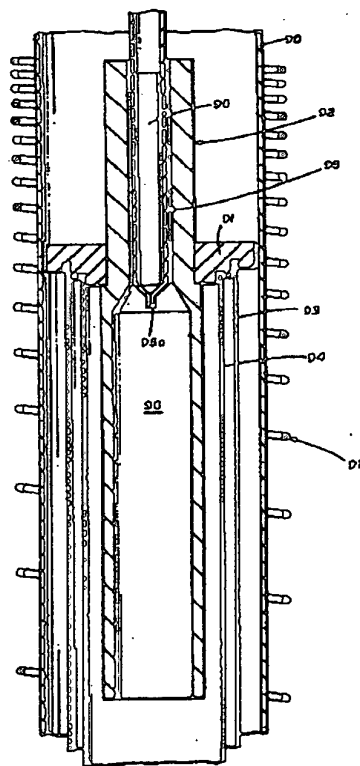


FIG. 5

FIG. 6



# 手続補正書(自発)

昭和53年4月13日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

昭和53年特許第1289号

## 2. 発明の名称

半導体本体の製造方法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所  
氏名(名称) テキサス インスツルメンツ  
インコーポレイテッド

## 4. 代理人

住所 〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号  
新大手町ビルディング 331  
電話 (211) 3651 (代表)  
氏名 (6669) 浅村 皓

## 5. 補正命令の日付

昭和 年 月 日

## 6. 補正により増加する発明の数

## 7. 補正の対象

明 細 書

## 8. 補正の内容

別紙のとおり  
明細書の浄書 (内容に変更なし)



# 手続補正書(方式)

昭和53年5月11日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

昭和53年特許第1289号

## 2. 発明の名称

半導体本体の製造方法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所  
氏名(名称) テキサス インスツルメンツ インコーポレイテッド

## 4. 代理人

住所 〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号  
新大手町ビルディング 331  
電話 (211) 3651 (代表)  
氏名 (6669) 浅村 皓

## 5. 補正命令の日付

昭和53年4月25日

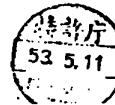
## 6. 補正により増加する発明の数

## 7. 補正の対象

事件の特許出願人(法人)代表者氏名 欄  
委任状及びその英文付記  
図面(浄書) (内容に変更なし)

## 8. 補正の内容

別紙のとおり



特許法第17条の2による補正の掲載  
昭和53年特許願第12891号(特開昭  
54-15662号 昭和54年2月5日  
発行公開特許公報 54-157号掲載)につ  
いては特許法第17条の2による補正があったので  
下記の通り掲載する。

Int.Cl.	日本分類
H01L 21/02	990A1
H01L 31/04	
B01J 17/08	

# 手続補正書

昭和54年 8 月 9 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示  
昭和53年特許願第 12891 号
2. 発明の名称  
小容量半導体の製造装置
3. 補正をする者  
事件との関係 特許出願人  
姓 名 ジャック セント タレア カルビー 及び  
氏 名 テキサス インスツルメンツ インコーポレーテッド  
4. 代 理 人  
居 所 〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号  
新 大 手 町 ビルディング331  
電 話 (211) 3 4 8 1 (代 表)  
氏 名 (6669) 浅 村 皓
5. 補正命令の日付  
昭和 年 月 日  
減少
6. 補正により増加する発明の数 3
7. 補正の対象 明細書の発明の名称の欄  
特許請求の範囲の欄  
発明の詳細な説明の欄  
図面の簡単な説明の欄
8. 補正の内容 別紙のとおり
9. 添付書類の目録 同時に審査請求書を提出してあります。



- (1) 発明の名称を「小容量半導体の製造装置」と訂正する。
- (2) 特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。
- (3) 明細書7頁2行および7行の「光電セル」を「光起電力セル」と訂正する。
- (4) 同10頁1行および26頁4行の「ソーラセル」を「ソーラセル」と訂正する。
- (5) 同下記の箇所の「感応装置」を「サセプタ」と訂正する。

明細書頁	行
7	14, 17
8	2
9	3, 3・4, 6, 10, 13
13	8, 10
14	17
15	6
17	12, 13, 16, 19
19	18
20	15
21	1, 2, 4, 7・8, 20

- 23 18, 19
- 26 19
- 27 3・4, 5, 6, 9・10
- 28 3, 4
- 30 1, 7
- (6) 同10頁6行の「設界」を「設界」と訂正する。

(特許請求の範囲第1項ないし第5項、および第11項ないし第14項を削除し、同第6項ないし10項を一部訂正して新しい特許請求の範囲第1項ないし第5項とする。)

## 12 特許請求の範囲

(1) 小型半導体本体を製造する装置であつて、

(a) 半導体材料である固体充填材を受け入れる熱伝導特性を有しかつその半導体材料を排出するノズルを備えた毛細管チューブと、

(b) 前記毛細管チューブを包囲する外側チューブと、

(c) 前記外側チューブの内側で前記毛細管チューブを包囲する熱すセプタと、

(d) 前記充填材を溶融する為に前記熱すセプタを付勢する加熱装置と、

(e) 前記溶融充填材を前記ノズルを通して押すように前記毛細管チューブに圧力を加える装置と、

を含んでなることを特徴とする製造装置。

(2) 前記毛細管チューブの上部に滑脱可能な端部

シールが接続されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の製造装置。

(3) 前記熱伝導チューブが製造装置を通る浄化ガスの流れるガスポートを有していることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の製造装置。

(4) 最小数の境界を有するほぼ均一な寸法の半導体材料の溶融で小型半導体本体を製造する装置であつて、

(a) 前記溶融を受け入れる為の給送チューブと、

(b) 前記給送チューブを包囲し、又該給送チューブの下方の自由落下通路を包囲している熱すセプタと、

(c) 前記熱すセプタを包囲しているチューブと、

(d) 前記半導体の溶融点より高い温度レベルを前記給送チューブに確立し、又前記自由落下通路の引続く下方の位置にわたり前記溶融点より低い温度となるような予め定められた温度勾配を確立する為の前記チューブを包囲する加熱装置と、

を含んでなることを特徴とする製造装置。

(5) 前記加熱装置が、前記自由落下通路にわたる

温度レベル及び温度勾配を維持するように直径が均一でたいとともその長さ方向に沿う導線密度が均一でない誘導加熱コイルであることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の製造装置。』